

Fuel rod bundle spacer with flow directing tabs

Patent Number: ☐ EP0696805, B1
Publication date: 1996-02-14
Inventor(s): JOHANSSON ERIC BERTIL (US); MATZNER BRUCE (US)
Applicant(s): GEN ELECTRIC (US)
Requested Patent: ☐ JP8179072
Application Number: EP19950304881 19950713
Priority Number(s): US19940289609 19940812
IPC Classification: G21C3/322; G21C3/34
EC Classification: G21C3/322, G21C3/34
Equivalents: DE69502452D, DE69502452T, ES2116684T, ☐ US5526387
Cited Documents: DE3519421; FR2072154; DE9303692U; EP0237064; US4698204

Abstract

A spacer for use with a fuel bundle in a nuclear reactor includes a matrix of ferrules (F') for surrounding individual fuel rods (12') within a bundle; a band (40) surrounding the matrix and defining a peripheral wall of the spacer, the band having an upper edge; and a plurality of laterally spaced flow tabs (44) extending upwardly from the upper edge, each flow tab (44) having a lower substantially vertical portion (46) and an upper inclined portion (48) extending away from the vertical portion. The vertical portion (46) and the inclined portion (48) are formed with centrally located creases (50,50') which define reverse bends in the upper and lower portions of the tab.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 原子炉内の燃料バンドルと共に用いるスペーサであって、燃料バンドル内で個々の燃料棒を囲んでいるフェルールの行列と、

該行列を囲んでいると共に前記スペーサの周壁を画成しており、上縁を有しているバンドと、

前記上縁から上方に延在している横方向に相隔たった複数のフロータブであって、該フロータブの各々は、実質的に垂直な部分と、傾斜部分とを有している、複数のフ

ロータブと、前記燃料棒に沿う冷却材の流れに前記バンドと実質的に平行な速度成分を与えるように前記傾斜部分に設けられている第1の手段とを備えた原子炉内の燃料バンドルと共に用いるスペーサ。

【請求項2】 前記フロータブの剛性を高めるために前記垂直な部分に設けられている第2の手段を更に含んでいる請求項1に記載のスペーサ。

【請求項3】 前記第1の手段は、互いに傾斜している第1の対の台形表面を含んでおり、前記第2の手段は、互いに傾斜している第2の対の台形表面を含んでいる請求項1に記載のスペーサ。

【請求項4】 前記第1の対及び第2の対の台形表面は、相接する中心線を有している請求項3に記載のスペーサ。

【請求項5】 前記第1の対及び第2の対の台形表面の各々は、実質的に平面である請求項4に記載のスペーサ。

【請求項6】 原子炉内の燃料バンドルと共に用いるスペーサであって、燃料バンドル内で個々の燃料棒を囲んでいるフェルールの行列と、

該行列を囲んでいると共に前記スペーサの周壁を画成しており、上縁を有しているバンドと、

前記上縁から上方に延在している横方向に相隔たった複数のフロータブであって、該フロータブの各々は、前記バンドに接合されている実質的に垂直な部分と、該垂直な部分に接合されていると共に該垂直な部分に対して上方に且つ内方に延在している傾斜部分とを有しており、該傾斜部分は、該傾斜部分の一对の自由側縁に対して下方に且つ内方に位置している第1の中心線を有している、複数のフロータブとを備えた原子炉内の燃料バンドルと共に用いるスペーサ。

【請求項7】 前記垂直な部分は、該垂直な部分の一对の自由側縁に対して外方に位置している第2の中心線を有している請求項6に記載のスペーサ。

【請求項8】 前記傾斜部分は、前記第1の中心線を中心として互いに傾斜している第1の対の実質的に平らな表面を含んでいる請求項6に記載のスペーサ。

【請求項9】 前記垂直な部分は、前記第2の中心線を

中心として互いに傾斜している第2の対の実質的に平らな表面を含んでいる請求項7に記載のスペーサ。

【請求項10】 前記第1及び第2の中心線は、相接している請求項9に記載のスペーサ。

【請求項11】 前記垂直な部分は、前記一对の実質的に平らな表面の下方に第3の実質的に平らな表面を含んでいる請求項8に記載のスペーサ。

【請求項12】 前記第1の対の実質的に平らな表面の間の第1の夾角は、前記第2の対の実質的に平らな表面の間の第2の夾角に等しい請求項9に記載のスペーサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、沸騰水型原子炉（BWR）の燃料バンドル内の燃料棒を設計された離間関係に保つためにBWR燃料バンドル内で用いるスペーサに関し、特に、本発明によるスペーサ構造は、スペーサの周囲バンドに設けられた改良フロータブを包含しており、液状冷却材流の比較的多い部分を、単に燃料棒の間の空間内に向けるのではなく、燃料バンドル内の外側燃料棒に向けるものである。

【0002】

【従来の技術】沸騰水型原子炉（BWR）内の燃料バンドルは、直立並置配列の燃料棒を含んでおり、これらの燃料棒は、上部タイブレードと下部タイブレードとの間に支持されている。各燃料バンドルは、燃料棒を設計された離間関係に保つために多数のスペーサ（例えば、燃料バンドルに沿って軸方向に相隔たっている7つのスペーサ）を必要とする。燃料バンドルは、上部タイブレードと下部タイブレードとの間において燃料バンドルチャンネルによって囲まれている。下部タイブレードは減速用冷却水の流入を可能にするように形成されており、上部タイブレードは冷却水及び発生蒸気の流出を可能にしている。周囲チャンネルは、冷却材の流れを、各燃料バンドルを囲んでいる溢水コアバイパス域から離れた蒸気発生燃料棒の周囲の流路に限定している。

【0003】フロータブが各スペーサの周囲バンドに用いられており、液状冷却材流をバンドから外側列の燃料棒にそらす。この流れの転向は水滴を燃料棒に付着させ、水膜の厚さを増加させ、そして外側燃料棒の臨界出力性能を高める。現在利用されているフロータブは、簡単な平面突起から成っており、これらの突起は、バンドから上方に突出していると共にその外端で内向きに曲がっている。

【0004】図1～図3に示す従来の燃料集合体10は、複数の燃料要素又は燃料棒12を含んでおり、燃料棒12は、上部タイブレード14と下部タイブレード16との間に支持されている。燃料棒12は複数の燃料棒スペーサ18を貫通しており、これらのスペーサは、中間支持を成していると共に細長い燃料棒を離間関係に保持している。各スペーサはマトリクス（行列）を成すフ

フェルールFを含んでおり、各フェルールは、対応する燃料棒12を受け入れると共に包囲するように構成されている。代表的な構成では、7つのこのようなスペーサ18を燃料バンドルの約13フィートの長さに沿って配置することができる。

【0005】燃料棒12の各々は、核分裂性燃料及び他の物質、例えば、親燃料、可燃性毒物、不活性物質等を内蔵している細長い管を含んでおり、これらの物質は、上端栓（プラグ）20及び下端栓（プラグ）22によって管内に密封されている。下端栓22には延長部が形成されており、これらの延長部は、下部タイプレート16に形成されている開口内に支承されている。上端栓20には又、延長部が形成されており、これらの延長部は、上部タイプレート14に設けられた支持開口に嵌まり込んでいる。

【0006】燃料集合体10は又、実質的に正方形断面の薄肉管状フローチャンネル24を含んでおり、このチャンネルは、滑り嵌めにより上部及び下部タイプレート14及び16とスペーサ18とに被せられるような寸法を有しているため、燃料バンドルに対して着脱し易い。下部タイプレート16にはノーズピース26が形成されており、ノーズピース26は、原子炉圧力容器内の炉心支持板（図示していない）のソケット内に燃料集合体10を支持するように構成されている。このノーズピースの端部には開口28が形成されており、開口28は、加圧された冷却材の上昇流を受け入れている。

【0007】図面の図2及び図3はそれぞれ、従来のスペーサ18のコーナ域の上面図及び側面図である。図示のように、フロータブ20はスペーサの周囲バンド32の上縁30から上方に、且つ隣り合った燃料棒12の間に延在している。各タブは実質的に垂直な下部34と、内向き曲折上部36とを含んでいる。各タブの側縁には、上方に向かって全体的に内向きのテーパが付けられており、下部34及び上部36は共に、実質的に平坦である。フロータブ20の曲折上部36は各対の燃料棒12の間の区域内に突出している。2相（水及び蒸気）冷却材流は上向きであり、この気水混合物はフロータブの周囲を流れ、そして流れの一部は、フロータブと直交する方向にそらされてスペーサの内部に向かう。その結果、幾らかの水が隣接した燃料棒12に付着するので水膜の厚さが増大する。

【0008】燃料バンドルスペーサに配設されたフロータブの他の代表例は、米国特許番号第5180548号、第5080858号、第4879090号、第4692302号、第4698204号、第4683115号及び第4039379号に記載されている。

【0009】

【発明の概要】本発明は、気水混合物のうちの比較的多くの液体成分を燃料棒の間の空間内ではなく、外側燃料棒の方に転向させ、そしてチャンネルを通る冷却材の流

れ全体に対して比較的少ない抵抗をもたらす改良されたフロータブ設計に関する。一実施例では、フロータブの下部及び上部には、垂直中心線及び傾斜中心線を中心とする2次的な曲折部が設けられている。更に詳述すると、内向き曲折上部は、その傾斜中心線に沿って2次曲折部を有しており、この中心線はタブの外縁、即ち側縁に対して下方に位置している。この形状は、スペーサバンドと平行な且つフロータブから遠去かる向きの速度成分を流れに与える。その結果、比較的多くの水滴が外側燃料棒の表面に直接導かれる。

【0010】フロータブの実質的に垂直な下部にも、その垂直中心線を中心として2次曲折部が形成されており、垂直中心線は、タブの側縁の外方に且つスペーサバンド自体の外方に位置している。この改良されたタブ下部形状は、フロータブの剛性を高め、そしてタブの形成を容易にする。加えて、タブの全体寸法は、図1〜図3に示す従来のタブに比べて増大しているため、より多量の冷却材流をそらすことができる。

【0011】本発明は、その比較的広範な態様において、原子炉内の燃料バンドルと共に用いる次のようなスペーサに関する。即ち、このスペーサは、燃料バンドル内で個々の燃料棒を囲んでいるフェルールの行列と、この行列を囲んでいると共にスペーサの周壁を画成しており、上縁を有しているバンドと、バンドの上縁から上方に延在している横方向に相隔たった複数のフロータブであって、各フロータブは、実質的に垂直な部分と傾斜部分とを有している、フロータブと、燃料棒に沿う冷却材の流れにバンドと実質的に平行な速度成分を与えるために前述の傾斜部分に設けられた第1の手段とを含んでいる。

【0012】他の実施例では、本発明は、原子炉内の燃料バンドルと共に用いる次のようなスペーサに関する。即ち、このスペーサは、燃料バンドル内で個々の燃料棒を囲んでいるフェルールの行列と、この行列を囲んでいると共にスペーサの周壁を画成しており、上縁を有しているバンドと、バンドの上縁から上方に延在している横方向に相隔たった複数のフロータブとを含んでいる。各フロータブは、バンドに接合された実質的に垂直な部分と、この垂直な部分に接合されていると共に垂直な部分に対して上方に且つ内方に延在している傾斜部分とを有しており、この傾斜部分は、その一對の自由側縁に対して下方に且つ内方に位置している第1の中心線を有している。

【0013】他の実施例では、本発明は、原子炉内の燃料バンドルと共に用いる次のようなスペーサに関する。即ち、このスペーサは、燃料バンドル内で個々の燃料棒を囲んでいるフェルールの行列と、この行列を囲んでいると共にスペーサの周壁を画成しており、上縁を有しているバンドと、バンドの上縁から上方に延在している横方向に相隔たった複数のフロータブとを含んでいる。各

フロータブは、実質的に垂直な下部と、この垂直な下部から遠去かって延在している傾斜上部とを有している。垂直な下部は、垂直な折り目を有していると共に、傾斜上部は、傾斜した折り目を有しており、各折り目は、タブの中央に位置している。

【0014】本発明による改良されたフロータブ形状は、より多くの液流を外側燃料棒に直接導くと共に冷却材流に対する抵抗が比較的少ないので、全体的な燃料バンドル性能を高めることを認識されたい。本発明の他の目的及び利点は、以下の詳述から明らかとなろう。

【0015】

【実施例】本発明による改良スぺーサ 38 は周囲バンド 40 を含んでおり、周囲バンド 40 は、最上縁 42 を有している。図 8 及び図 9 に明示されているように、周沿いに間隔を置いて改良フロータブ 44 が配設されており、上縁 42 から上方に延在している。各フロータブ 44 は、実質的に垂直な下部 46 と、上方に且つ内方に燃料バンドルに向かって延在している上部 48 とを有している。実質的に垂直な部分 46 (その一部は周囲バンド自体内に形成されている) は、図 6 に明示されているように、周囲バンド 40 の外側に存在している垂直中心線又は垂直折り目 50 を含んでいる。フロータブ 44 のこの実質的に垂直な部分 46 は、一対の実質的に平らな部分 52 及び 54 を含んでおり、平らな部分 52 及び 54 は、フロータブの側縁から外方に曲がっているので、中心線又は中心折り目 50 は周囲バンドの外側に存在している。実質的に三角形の形状を有している第 3 の実質的に平らな部分 56 がやはり、タブの最下縁においてバンド 40 の平面から外方に且つ上方に中心線又は中心折り目 50 まで延在している。

【0016】フロータブ 44 の曲折上部 48 は、傾斜した中心線又は折り目 50' を含んでおり、折り目 50' は、垂直中心線 50 から上方に且つ内方に燃料バンドルに向かって延在している。一対の実質的に平らな部分 58 及び 60 が側縁 62 及び 64 から内方に曲がっているため、中心線又は折り目 50' は側縁 62 及び 64 の下方に且つ内方に存在している。換言すると、フロータブ 44 の下部 46 と上部 48 とは、一対の相接した中心線 50 及び 50' を中心とする互いに反対の曲折を特徴とする。フロータブの曲折上部 48 は図 7 (A) 及び図 8 に明示するように、燃料棒 12' の間の区域内に突出している。中心線又は折り目 50' に沿った 2 次曲折のため、バンド 40 と平行な且つフロータブ 44 から遠去かる向きの速度成分が流れに与えられる。こうして、冷却材流は、折り目 50' から遠去かる互いに反対の方向にそらされることにより、フロータブの両側で燃料棒 1

2' に直接衝突する。従って、従来の構成におけるものよりも多くの水滴が燃料棒 12' の表面に直接向けられる。加えて、この形状は、全体的に燃料バンドルを通る流れに対して比較的少ない抵抗をもたらす。

【0017】同時に、タブの下部 46 の外向き曲折は、フロータブ 44 の剛性を高めると共に製造工程を容易にする。特に図 5 及び図 7 (B) を参照すると、もし曲げ角度 A が角度 B に等しければ、フロータブ 44 の上部 48 を材料の引っ張りなしに曲げることができる。以上、本発明の最適な実施例と考えられるものについて説明したが、本発明は、開示した実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で様々な改変及び均等構成が可能であることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の BWR 燃料バンドルの部分断面側面図である。

【図 2】図 1 に示す従来のスぺーサのコーナ域の部分平面図であって、スぺーサの上縁における従来のフロータブを示す図である。

20 【図 3】図 2 の正面図である。

【図 4】本発明による改良フロータブを組み込んだスぺーサの部分斜視図である。

【図 5】図 4 に示すフロータブの平面図であって、矢印 A の方向に見た図である。

【図 6】図 4 に示すフロータブの正面図である。

【図 7】図 7 (A) は図 4 に示すフロータブの側面図であり、図 7 (B) は図 7 (A) の線 7 a-7 a に沿った断面図である。

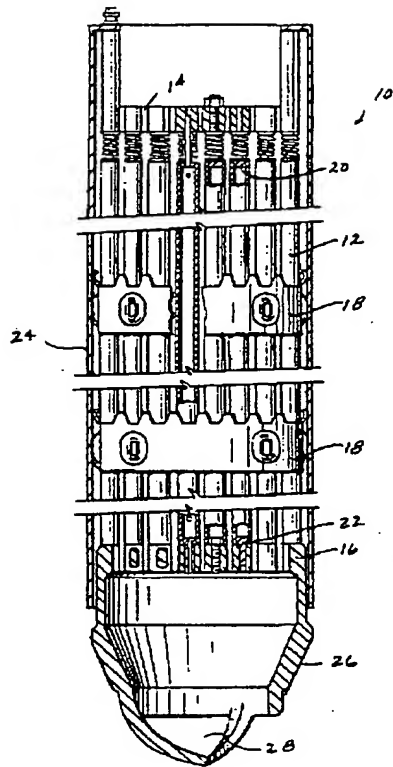
30 【図 8】本発明によるフロータブを備えたスぺーサのコーナ域の部分平面図である。

【図 9】図 8 の正面図である。

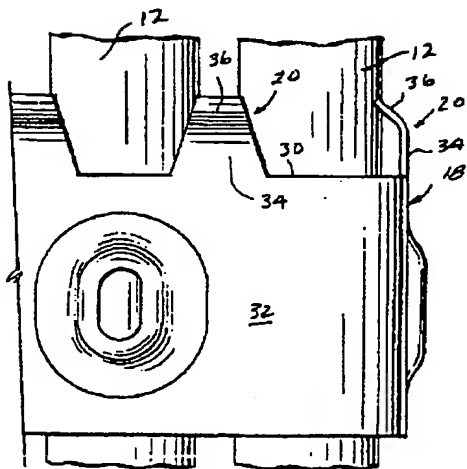
【符号の説明】

- 12' 燃料棒
- 38 燃料棒スぺーサ
- 40 周囲バンド
- 42 バンド上縁
- 44 フロータブ
- 46 垂直下部
- 48 曲折上部 (傾斜上部)
- 40 50 垂直中心線 (折り目)
- 50' 傾斜中心線 (折り目)
- 52、54 平坦部
- 56 第 3 の平坦部
- 58、60 平坦部
- 62、64 側縁
- F' フェルール

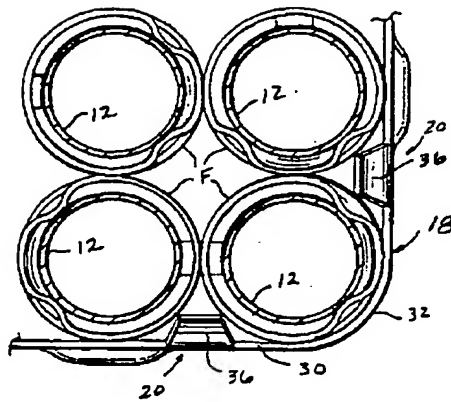
【図1】



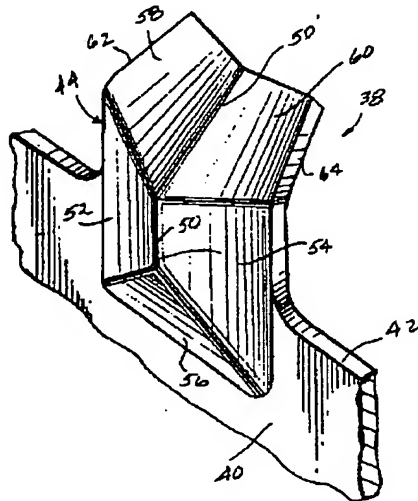
【図3】



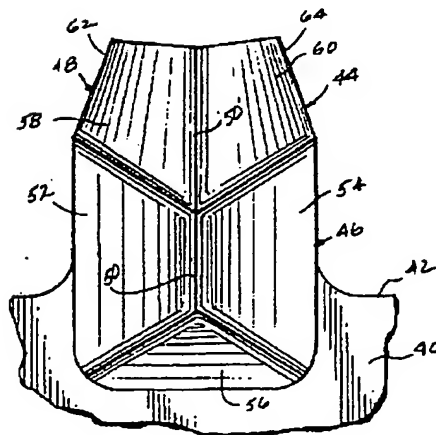
【図2】



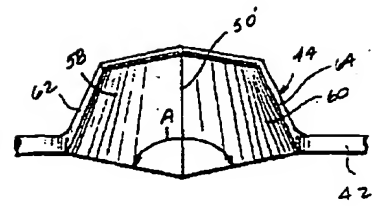
【図4】



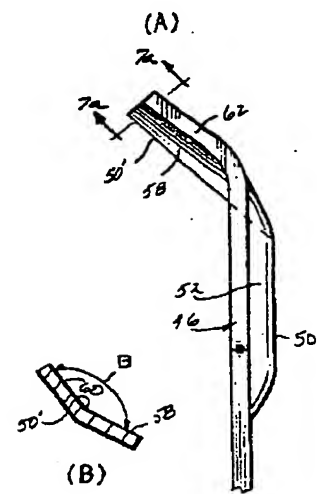
【図6】



【図5】



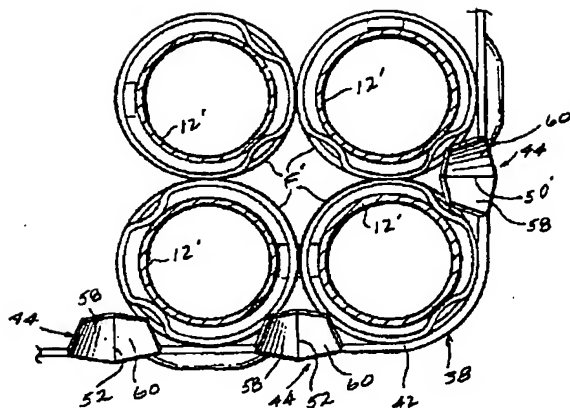
【図7】



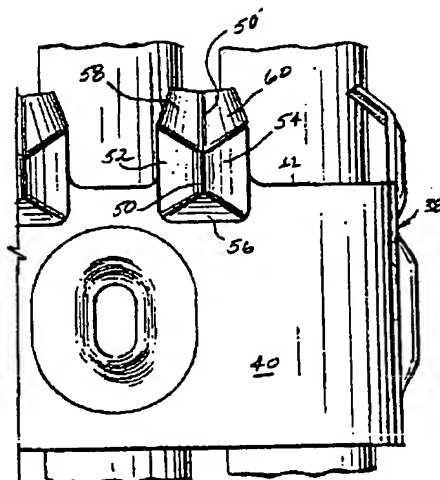
(6)

特開平8-179072

【図8】



【図9】



Docket # MOH-P000013

Applic. # 10/642,548

Applicant: Meier et al.

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101